

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-110642

(43)Date of publication of application : 12.04.2002

(51)Int.Cl.

H01L 21/3065

B01J 19/08

H05H 1/00

(21)Application number : 2000-  
294086

(71)Applicant : SHARP CORP

(22)Date of filing :

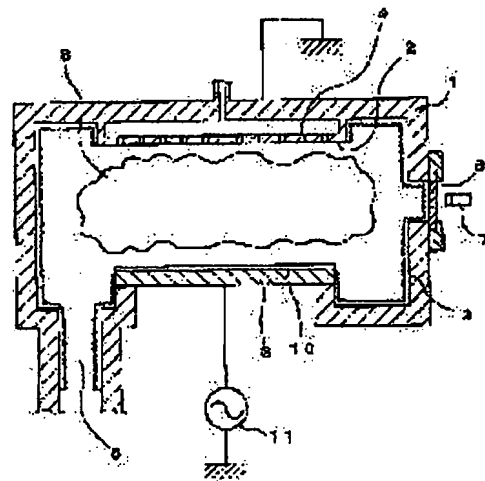
27.09.2000 (72)Inventor : YASUDA MASAKI

## (54) PLASMA TREATMENT METHOD

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a plasma treatment method which can reduce the installation cost, without lowering operability of a device, stabilize plasma treatment characteristics and improve in-plane uniformity among and lots.

**SOLUTION:** Sufficient deposition 9 is formed in an inner wall of a vacuum container 1 by seasoning. The amount of deposition in an inner wall of the vacuum container 1 is controlled, based on the intensity of plasma light emission spectrum to the deposition 9, so that the supply amount of gas supplied from the deposition 9 in the inner wall of the vacuum container 1 during plasma treatment becomes fixed, and plasma treatment characteristic is stabilized.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 09.07.2002

[Date of sending the examiner's  
decision of rejection] 24.02.2004

[Kind of final disposal of application  
other than the examiner's decision  
of rejection or application  
converted registration]

[Date of final disposal for  
application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against  
examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against  
examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-110642

(P2002-110642A)

(43) 公開日 平成14年4月12日 (2002.4.12)

(51) Int.Cl.

識別記号

F I

キーワード(参考)

H 0 1 L 21/3065

B 0 1 J 19/08

H 4 G 0 7 5

B 0 1 J 19/08

H 0 5 H 1/00

A 5 F 0 0 4

H 0 5 H 1/00

H 0 1 L 21/302

C

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願2000-294086(P2000-294086)

(71) 出願人 000005049

シャープ株式会社

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

(22) 出願日 平成12年9月27日 (2000.9.27)

(72) 発明者 安田 勝紀

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号  
シャープ株式会社内

(74) 代理人 100062144

弁理士 青山 稔 (外1名)

Fターム(参考) 4G075 AA24 AA30 BC06 CA25 CA47  
CA65 DA01 DA02 EB01 EB42  
EC21

5F004 AA01 AA16 BA04 BB13 BB29

CA09 CB09 DA01 DA16 DA23

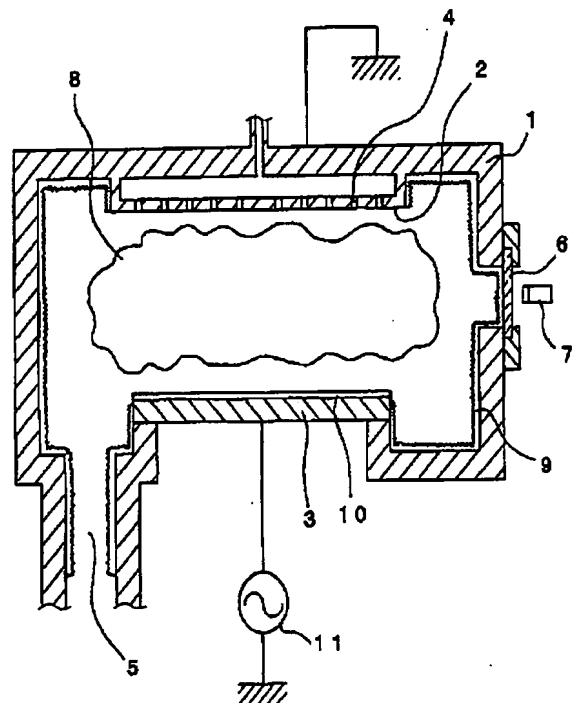
DA26 DB07

(54) 【発明の名称】 プラズマ処理方法

(57) 【要約】

【課題】 装置の稼働率を低下させることなく設備コストを低減できると共に、プラズマ処理特性を安定させることができ、ウエハ間およびロット間の均一性を向上できるプラズマ処理方法を提供する。

【解決手段】 シーズニングにより真空容器1の内壁に充分な付着物9を形成する。このとき、付着物9に対するプラズマ発光スペクトルの強度に基づいて真空容器1の内壁の付着物の量を制御する。そうすることによって、プラズマ処理中に真空容器1の内壁の付着物9から供給されるガスの供給量が一定になるようにすることで、プラズマ処理特性が安定する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 真空容器内に配置された試料に対してプラズマ処理を行うプラズマ処理方法において、上記真空容器の内壁の付着物を増減させるプラズマ処理において上記付着物が所定量になるように、上記付着物に対応するプラズマ発光スペクトルの強度に基づいて上記付着物の量を制御することを特徴とするプラズマ処理方法。

【請求項2】 請求項1に記載のプラズマ処理方法において、上記付着物に対応するプラズマ発光スペクトルの強度と上記真空容器の内壁の付着物の量との関係に基づいて、上記付着物が上記所定量よりも少ないときは上記所定量になるまで上記真空容器の内壁に付着物を形成するシーズニングを行う一方、上記付着物が上記所定量よりも多いときは上記所定量になるまで上記真空容器の内壁の付着物をエッチングすることによって、上記付着物の量を制御することを特徴とするプラズマ処理方法。

【請求項3】 請求項1または2に記載のプラズマ処理方法において、上記試料に対してプラズマ処理を行うとき、上記付着物に対応するプラズマ発光スペクトルの強度を監視することを特徴とするプラズマ処理方法。

【請求項4】 請求項3に記載のプラズマ処理方法において、上記試料に対してプラズマ処理を行った後に、上記真空容器の内壁に付着物を形成するためのガスを上記真空容器内に流して、上記付着物に対応するプラズマ発光スペクトルの強度を観測しながらシーズニングを行うことを特徴とするプラズマ処理方法。

【請求項5】 請求項4に記載のプラズマ処理方法において、上記試料に対してプラズマ処理を行った後の上記シーズニングは、上記付着物に対応するプラズマ発光スペクトルの強度が所定値になったときに終了することを特徴とするプラズマ処理方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、プラズマを利用してエッチング等を行うプラズマ処理方法に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、プラズマ処理方法としては、微量の反応ガスを含む真空容器内にマイクロ波等のプラズマ源を導入し、上記真空容器内でガス放電を生起させてプラズマを生成するものがある。そして、このプラズマを試料基板の表面に照射することによってエッチング処理および薄膜形成等の処理が行われる。このようなプラズマ処理方法は、高集積半導体装置の製造に欠かせないものとしてその研究が進められている。

【0003】上記プラズマ処理方法において、半導体基

板のエッチング等のプラズマ処理を行う場合、真空容器の内壁に反応生成物が付着する処理と、真空容器の内壁の付着物が減少する処理とがあり、付着した反応生成物はパーティクルの原因となるため定期的に除去する必要がある。そこで、従来は、ドライエッチングまたはウェット洗浄により真空容器の内壁の付着物の除去を行っている。また、プラズマ処理により真空容器の内壁の付着物が減少すると、付着物から生じるガスの供給が不安定となりプラズマ処理特性が不安定となるので、この場合、ドライエッチングまたはウェット洗浄により真空容器の内壁の付着物の除去した後、真空容器の内壁に付着物を形成するシーズニングを行っている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】ところで、上記プラズマ処理方法では、プラズマ処理特性を安定させるため、真空容器の内壁に付着した反応生成物を堆積させないようにウェット洗浄の頻度を多くすると、プラズマ処理装置の稼働率が低下させ、半導体製造プロセス全体としての作業効率が低下するという問題がある。

【0005】また、上記プラズマ処理方法では、真空容器の内壁の付着物が減少するプラズマ処理において、プラズマ処理特性が安定せず、プラズマ処理特性の安定のためには、真空容器の内壁に反応生成物が付着するプラズマ処理と真空容器の内壁の付着物が減少するプラズマ処理を別々の真空容器で行う必要があり、設備やその維持管理にコストがかかるという問題がある。

【0006】なお、真空容器の内壁の付着物が減少するプラズマ処理において、プラズマ処理特性の試料間バラツキをなくすため、試料処理前に真空容器の内壁に十分な付着物を形成することが考えられるが、付着物の程度を監視せずに行えば、真空容器の内壁に必要以上に付着物を形成することになり、プラズマ処理装置の稼働率が低下させると共に、付着物がはがれてダストの原因となる。

【0007】そこで、この発明の目的は、装置の稼働率を低下させることなく設備コストを低減できると共に、プラズマ処理特性を安定させることができ、ウエハ間およびロット間の均一性を向上できるプラズマ処理方法を提供することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、この発明のプラズマ処理方法は、真空容器内に配置された試料に対してプラズマ処理を行うプラズマ処理方法において、上記真空容器の内壁の付着物を増減させるプラズマ処理において上記付着物が所定量になるように、上記付着物に対応するプラズマ発光スペクトルの強度に基づいて上記付着物の量を制御することを特徴としている。

【0009】上記構成のプラズマ処理方法によれば、真空容器の内壁に付着物を形成するプラズマ処理におい

て、上記試料に対して行うプラズマ処理(製造プロセス)で付着物から発生するガスの量がロット内(通常は枚葉式で試料25枚)で安定するのに十分な所定量の付着物を形成する。好ましくは、次のプラズマ処理(製造プロセス)の直前に真空容器の内壁に付着物を形成する。このとき、上記真空容器の内壁の付着物の形成状況は、真空容器に設けた透明なを臨んで真空容器内に生成されるプラズマの発光スペクトルを検出し、分光特性を解析して、付着物に対するプラズマ発光スペクトルの強度を判断する。なお、付着物に対するプラズマ発光スペクトルとは、付着物を生成する元となるガスまたは付着物から供給されるガスのプラズマ発光スペクトルであって、付着物を形成するときのプラズマ発光スペクトルでも、付着物の形成後に、改めてプラズマを生成したときの発光スペクトルでもよい。

【0010】例えば、上記試料上に形成されたSi系窒化膜を $\text{CF}_4 + \text{O}_2$ 系のガスを用いたプラズマによりエッチングする場合、 $\text{CF}_4$ 系のガスを用いて真空容器の内壁に付着物を形成する。そのときの付着物の形成状況は、 $\text{CF}$ 系のプラズマ発光スペクトルの強度を検出して確認する。図4に示すように、試料のシリコンウエハ(図示せず)上に形成されたシリコン窒化膜20を、 $\text{CF}_4$ 、 $\text{CHF}_3$ 、 $\text{Ar}$ 、 $\text{O}_2$ ガスを用いてプラズマエッチングを行うと、シリコンウエハ上のシリコン窒化膜20をエッチングするときに生成される反応生成物23がパターン側面に付着する。このパターン側面に付着する反応生成物22の量がプラズマ処理特性(プラズマエッチング特性)を左右する。さらに、パターン側面に付着した反応生成物22は、酸素プラズマによりエッチングされるため、酸素プラズマの濃度が反応生成物の量を左右し、プラズマ処理特性を左右する。なお、シリコン窒化膜20のエッチングのとき、酸素プラズマは真空容器の内壁に付着した付着物もエッチングする。ここでも酸素プラズマが消費される。酸素ガスの供給流量を一定とした場合、真空容器の内壁の付着物の量がパターン側面に付着する反応生成物の量を左右することになる。つまり、真空容器の内壁の付着物の量を充分な量にすると、内壁の付着物との反応で消費される酸素プラズマの量が一定になり、プラズマ処理特性が安定する。

【0011】このように、上記真空容器の内壁の付着物が減少するプラズマ処理において、プラズマ発光スペクトルの強度に基づいて試料に対してプラズマ処理する前に適切な量の付着物を真空容器の内壁に形成することにより、付着物からの安定なガスの供給がなされ、ロット内(通常は枚葉式で試料25枚)の試料が常に同じ真空容器内の状況でプラズマ処理が行われるため、ロット内の試料間バラツキが低減される。また、次のプラズマ処理の前に付着物を形成すれば、その前のプラズマ処理が内壁に付着物を形成するプラズマ処理なのか、それとも付着物を減少させるプラズマ処理なのかを意識せずに、次

のプラズマ処理を行うことができる。つまり、各ロットは常に同じ真空容器内の状況でプラズマ処理を行うため、ロット間バラツキも低減される。したがって、装置の稼働率を低下させることなく、設備コストを低減できると共に、プラズマ処理特性を安定させることができ、ウエハ間およびロット間の均一性を向上できる。

【0012】また、一実施形態のプラズマ処理方法は、上記付着物に対応するプラズマ発光スペクトルの強度と上記真空容器の内壁の付着物の量との関係に基づいて、上記付着物が上記所定量よりも少ないときは上記所定量になるまで上記真空容器の内壁に付着物を形成するシーズニングを行う一方、上記付着物が上記所定量よりも多いときは上記所定量になるまで上記真空容器の内壁の付着物をエッチングすることによって、上記付着物の量を制御することの特徴としている。

【0013】上記実施形態のプラズマ処理方法によれば、上記付着物に対応するプラズマ発光スペクトルの強度は、その付着物から発生するガスに起因する発光スペクトルの強度であって、その発光スペクトルの強度が大きいほど、付着物の量が多く、その発光スペクトルの強度が小さいほど付着物の量が少なくなる。この付着物に対応するプラズマ発光スペクトルの強度と上記真空容器の内壁の付着物の量との関係を利用して、付着物の形成状況すなわち付着物の量を判断することが可能となる。したがって、予め実験等により付着物に対応するプラズマ発光スペクトルの強度と真空容器の内壁の付着物の量との関係を調べておくことによって、プラズマ発光スペクトルの強度に基づいて、上記付着物が所定量よりも少ないときは所定量になるまで真空容器の内壁に付着物を形成するシーズニングを行う一方、上記付着物が所定量よりも多いときは所定量になるまで真空容器の内壁の付着物をエッチングして、所定量の付着物を真空容器内の内壁に形成することができる。

【0014】また、一実施形態のプラズマ処理方法は、上記試料に対してプラズマ処理を行うとき、上記付着物に対応するプラズマ発光スペクトルの強度を監視することの特徴としている。

【0015】上記実施形態のプラズマ処理方法によれば、上記試料に対してプラズマ処理を行うときの真空容器の内壁の状況は、付着物に対応するプラズマ発光スペクトルの強度によって監視されるため、試料処理時の内壁の付着物不足や過剰な付着物の形成がないようにでき、安定したプラズマ処理特性が得られ、同時に装置の稼働率の低下も抑えられる。

【0016】また、一実施形態のプラズマ処理方法は、上記試料に対してプラズマ処理を行った後に、上記真空容器の内壁に付着物を形成するためのガスを上記真空容器内に流して、上記付着物に対応するプラズマ発光スペクトルの強度を観測しながらシーズニングを行うことを特徴としている。

【0017】上記実施形態のプラズマ処理方法によれば、上記試料に対して行ったプラズマ処理により真空容器の内壁の付着物が減ったとしても、そのプラズマ処理の後に、上記真空容器の内壁に付着物を形成するためのガスを上記真空容器内に流して、上記付着物に対応するプラズマ発光スペクトルの強度を観測しながらシーズニングすることによって、付着物の不足を補うことができる。

【0018】また、一実施形態のプラズマ処理方法は、上記試料に対してプラズマ処理を行った後のシーズニングは、上記付着物に対応するプラズマ発光スペクトルの強度が所定値になったときに終了することを特徴としている。

【0019】上記実施形態のプラズマ処理方法によれば、上記試料に対して行ったプラズマ処理後のシーズニングを上記付着物に対応するプラズマ発光スペクトルの強度が所定値になったときに終了することで、必要以上に付着物を形成することなく、付着物の不足を最適に補うことができる。

【0020】

【発明の実施の形態】以下、この発明のプラズマ処理方法を図示の実施の形態により詳細に説明する。

【0021】図1はこの発明の実施の一形態のプラズマ処理方法を用いたプラズマ処理装置の要部の概略断面図であり、1は真空容器、2は上記真空容器1内の上部に設けられた上部電極、3は上記真空容器1内の下部に設けられた下部電極、4は上記上部電極2に設けられ、反応ガスを供給する複数のガス穴、5は上記真空容器1の下部に設けられた排気口、6は上記真空容器1の側部に設けられた検出窓、7は上記検出窓6を通してプラズマ発光スペクトルを検出する光検出器、8は上記真空容器1内に生成されたプラズマ、9は上記真空容器1の内壁に付着した付着物、10は上記下部電極3上に配置されたシリコンウエハ、11は上記下部電極3と接地との間に接続された高周波電源である。なお、真空容器1は接地されている。

【0022】このプラズマ処理装置は、RIE(反応性イオンエッチング)装置を用いており、直径200mmのシリコンウエハに対してエッチング等の所定のプラズマ処理を行うものである。

【0023】次に、上記シリコンウエハ10上に形成された窒化膜のプラズマエッチングについて説明する。

【0024】まず、真空容器1の内壁の付着物9の生成処理(シーズニング)を行う。その生成処理は、シリコンウエハを用い、 $CF_4$ (15 sccm)、 $CHF_3$ (45 sccm)、 $Ar$ (150 sccm)ガスを用い、真空容器1内の圧力を26.6 Paとし、RFパワー600W、1800 secにてプラズマ処理を行う。

【0025】次に、 $CF_4$ (50 sccm)、 $CHF_3$ (10 sccm)、 $Ar$ (100 sccm)、 $O_2$ (5 sccm)

ガスを用い、真空容器1内の圧力を6.7 Paとし、RFパワー400Wにてプラズマ処理を行い、1ロット(枚葉式でシリコンウエハ25枚)について、シリコンウエハ10上に形成された窒化膜(膜厚160 nm)のエッチングを行う。

【0026】上記プラズマ処理中のプラズマ発光スペクトルの検出による真空容器1の内壁の付着物9の付着状態の確認について説明する。

【0027】上記真空容器1に設けた透明な検出窓6を臨んで真空容器1に生成されるプラズマ8の発光スペクトルを光検出器7を用いて検出し、分光特性を解析して判断する。このとき、内壁の付着物9の中でプラズマ特性に関わる物性についての発光を見るため、プラズマ発光スペクトルの検出では、炭素系の発光ピークである波長200~400 nmの光を検出する(例えば $CF_2$ プラズマの発光ピークの波長は321 nm)。

【0028】上記プラズマ発光スペクトルの検出には、例えば試料としてシリコンウエハを用い、プラズマ生成条件としてシリコン窒化膜をエッチングしたときと同じ条件で60 sec行う。そして、真空容器1の内壁に付着物が充分についていない場合は、 $CF_2$ プラズマの発光スペクトルのピークの強度は、時間の経過と共に著しく低下するが、内壁に付着物9が充分についている場合は、 $CF_2$ プラズマの発光ピークの強度は時間経過してもあまり低下しない。このことを利用して内壁の付着物9の付着状態の確認することができる。

【0029】図2は上記真空容器1の内壁の付着物を形成するときの作業の流れを示すフローチャートである。なお、付着物に対応するプラズマ発光スペクトルの強度と真空容器の内壁の付着物の量との関係を予め実験等により調べて、付着物の量が所定量になる所定スペクトル強度を求めておく。

【0030】まず、ステップS1は、真空容器1の内壁の付着物が減少するプラズマ処理であり、ステップS2で付着物に対応するプラズマ発光スペクトルを検出し、ステップS3でそのプラズマ発光スペクトルの強度が所定スペクトル強度よりも大きい小さいかを判断し、所定スペクトル強度よりも大きいときは、ステップS1に戻す一方、所定スペクトル強度よりも小さいときは、ステップS4でシーズニングを行って、付着物の不足を補う。そうして、所定スペクトル強度となったとき、所定量の付着物が得られる。

【0031】図3は上記プラズマ処理方法におけるシーズニングの効果を説明するためのデータをグラフにしている。このデータは、窒化膜をプラズマエッチングしたときに、線幅シフト(フォトレジスト線幅-エッチング後の窒化膜線幅)を各ロット内で測定したものであり、いずれもウエハ内の5点(上下、左右、中心)における平均値を求めている。また、枚葉式の1ロットはウエハ25枚で構成され、測定はウエハキャリア上の1枚目と2

5枚目に対して行っている。

【0032】図3から明らかなように、真空容器1の内壁の付着物9の生成処理(シーズニング)を行っていない場合、プラズマ処理特性であるパターンの線幅のシフトは、1ロット(25枚)内で $0.0220\mu\text{m}$ (試料A)および $0.0188\mu\text{m}$ (試料B)のバラツキが生じた。これに対して、真空容器1の内壁の付着物9の生成処理(シーズニング)を行った場合、パターンの線幅のシフトは1ロット(25枚)内で $0.0090\mu\text{m}$ (試料C)および $0.0004\mu\text{m}$ (試料D)のバラツキであった。したがって、シーズニングあり(試料C、D)の方がシーズニングなし(試料A、B)に比べて、バラツキの幅が小さくなっていることが分かる。

【0033】このように、上記真空容器1の内壁にシーズニングにより付着物を形成するときに付着物が所定量になるように、付着物に対応するプラズマ発光スペクトルの強度に基づいて付着物の量を制御するので、装置の稼働率を低下させることなく、設備コストを低減できると共に、プラズマ処理特性を安定させることができ、ウエハ間およびロット間の均一性を向上できる。

【0034】また、上記付着物に対応するプラズマ発光スペクトルの強度と真空容器1の内壁の付着物の量との関係を利用して、付着物の形成状況すなわち付着物の量を判断するので、シーズニングとエッチングにより付着物が所定量になるように付着物の量を制御することができる。

【0035】また、試料(シリコンウエハ10)に対してプラズマ処理を行うときの真空容器の内壁の状況は、付着物に対応するプラズマ発光スペクトルの強度によって監視されるため、試料処理時の内壁の付着物不足や過剰な付着物の形成がないようにでき、安定したプラズマ処理特性が得られ、同時に装置の稼働率の低下も抑えられる。

【0036】また、試料(シリコンウエハ10)に対して行ったプラズマ処理により真空容器1の内壁の付着物が減ったときに、そのプラズマ処理の後に真空容器1の内壁に付着物を形成するためのガスを真空容器1内に流し

て、付着物に対応するプラズマ発光スペクトルの強度を観測しながらシーズニングすることによって、付着物の不足を補うことができる。なお、そのシーズニングを付着物に対応するプラズマ発光スペクトルの強度が所定値になったときに終了することで、必要以上に付着物を形成することなく、付着物の不足を最適に補うことができる。

【0037】

【発明の効果】以上より明らかなように、この発明のプラズマ処理方法によれば、ロット内バラツキやロット間バラツキを低減させることができ、再現性の良いプラズマ処理を行うことができる。また、その付着物に対するプラズマ発光スペクトルの強度を検出して、真空容器の内壁の付着物の量を評価することにより、真空容器内のプラズマの状況を安定させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 図1はこの発明の実施の一形態のプラズマ処理方法を用いたプラズマ処理装置の概略図である。

【図2】 図2は上記真空容器の内壁の付着物を形成するときの作業の流れを示すフローチャートである。

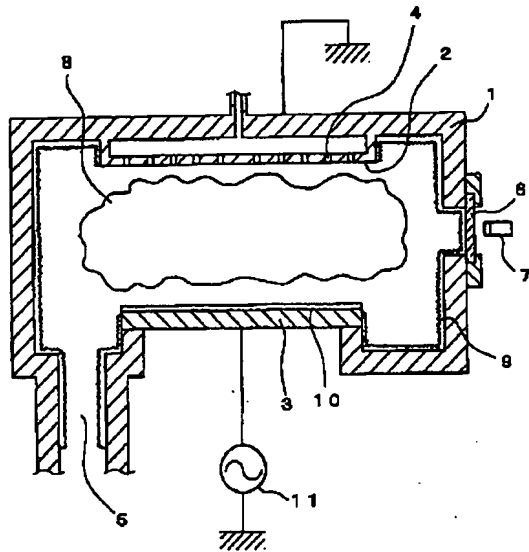
【図3】 図3はシーズニングなしのときの線幅シフトのばらつきシーズニングありのときの線幅シフトのばらつきを示す図である。

【図4】 図4はシリコン窒化膜のエッチング時の状況を示す概略図である。

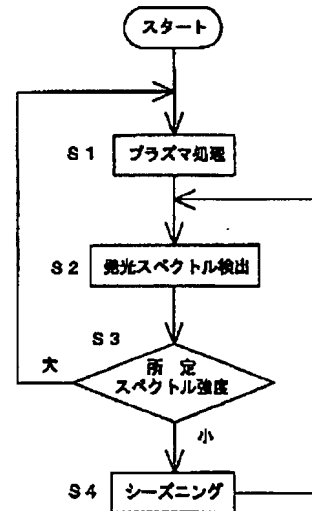
【符号の説明】

- 1…真空容器、
- 2…上部電極、
- 3…下部電極、
- 4…ガス穴、
- 5…排気口、
- 6…検出窓、
- 7…光検出器、
- 8…プラズマ、
- 9…付着物、
- 10…ウエハ(試料)、
- 11…高周波電源。

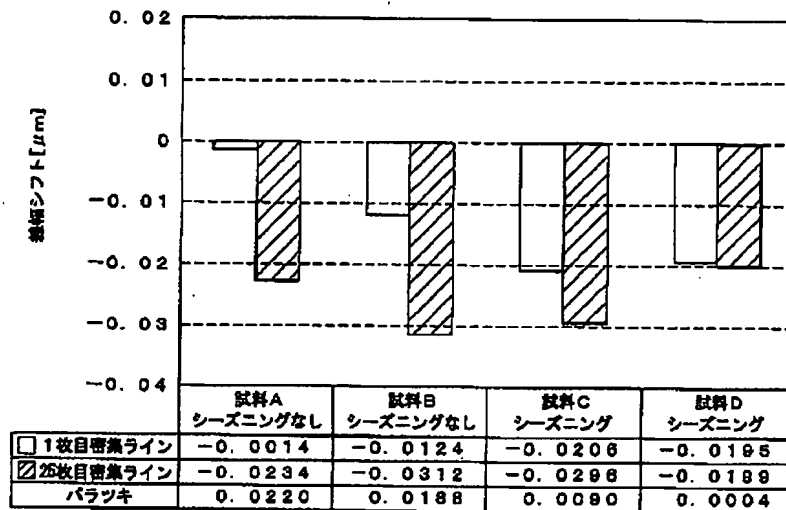
【図1】



【図2】



【図3】



【図4】

